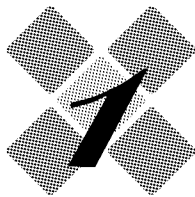


绪 论



能力目标

- 了解数控工艺员培训的意义
- 了解培训课程和相关课程的关系
- 掌握数控工艺员的考核标准

1.1 关于数控工艺员培训

1. 培训性质

数控工艺员(数控车削)职业培训,是针对数控车削加工,以数控车削加工工艺、编程技术和操作技能为核心内容,以软件应用为特色的培训;是劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心关于现代制造技术培训的系列项目之一,也是中国新职业开发、新技术推广项目之一。通过数控工艺员培训和考核,取得的国家职业培训证书(CETTIC)可以作为就业的凭证。

培训课程分为基础理论知识、软件应用和机床操作 3 部分。基础理论知识以课堂教学为主;软件应用采取课堂教学与上机实训相结合方式;而机床操作采用现场教学方式,通过工件加工掌握数控机床的正确使用方法。因此可以说,本培训课程理论与实践紧密结合,既注重学生综合能力的培养,又突出实践环节,对培养高素质应用型人才有非常大的帮助。

2. 培训课程与其他相关课程的联系

本培训课程的理论知识以数控机床、数控加工工艺、编程技术为核心。由于学时数所限,数控加工所涉及的其他必不可少的相关知识内容无法在本培训中详细讲授。因此,在参加本培训之前,还应安排一些专业基础课程作为本课程的先修课程,其中包括机械制图、切削原理与刀具、机械制造基础、计算机文化基础等。对于数控类、机电类等专业的学生,专业的教学计划中已涵盖了该培训的相关课程,培训过程中学生可以和教师协调,根据教学需要对教学内容进行适当调整。

3. 培训目标

面向我国制造业信息化的应用和技术开发需求,数控工艺员(数控车削)培训作为全国现代制造技术的应用课程,其目的是培训出具备数控车削加工的基本理论和工艺知识、掌握

中等复杂程度零件的数控车削工艺过程、能够熟练使用 CAD/CAM 软件进行零件造型及编程的复合型技能人才。

4. 培训内容

根据数控新技术和新工艺的发展要求,培训课程的教学重点突出零件结构工艺的分析,合理选择机床和加工方法,优化加工轨迹;注重学员在材料、刀具和加工参数的选择等方面的培训学习,积累典型零件和异形零件的加工经验;强化学员手工编程和自动编程的能力。

5. 培训认证

学员可参加全国统一考试,考试合格者,由劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心颁发“数控工艺员职业培训合格证书”。

1.2 数控工艺员考核标准

1.2.1 考试模块

考试分为理论考试、CAM 考试和实际加工操作(简称实操)3 部分。其中理论考试占总分的 40%,CAM 占 30%,实操占 30%,总分为 100 分,3 部分的题目中,每部分均要求答对 60% 以上方能通过考核。具体考核内容结构见表 1-2-1 所示。

1.2.2 考核办法

1. 理论部分

- (1) 采用 VNUC 软件的远程考试系统模块进行理论考试,考试时间为 50 min。
- (2) 理论考试的成绩由考试系统自动评判。
- (3) 考试的类型:选择题和判断题。

2. CAM 部分

- (1) 采用正版的 CAM 软件(推荐使用 CAXA),按照试题要求进行操作(造型、生成加工轨迹、生成 G 代码),考试时间为 1.5 h。
- (2) 参考答案在考试结束 3 天后公布到网站(www.cmmtt.com)上。
- (3) 在规定时间内,完成两个典型零件的建模(CAD)、加工轨迹、加工代码和数据文件,保留加工模型和工艺数据的电子文档作为答卷递交。

3. 实操部分

机床加工操作时间为 2 h,各考点需提前一个半月左右从 www.cmmtt.com 网站上下载考题和评判标准,在理论考试前完成实际加工操作考核。

表 1-2-1 数控工艺员数控车考核内容结构

考试内容	知识结构	培训与考核知识		考核比例
理论	机械加工基础(8%)	读图绘图	20%	40%
		金属材料及热处理		
		数控机床		
		工艺知识		
		切削原理		
		夹具		
		测量与量具		
		公差与配合		
		尺寸链的基础知识		
	数控加工工艺(12%)	数控加工工艺基本要求	30%	
		数控加工的特点		
		制定加工工艺原则		
		影响加工精度的因素		
		与工艺有关的编程技巧		
	数控加工程序编制(12%)	程序编制的基本步骤和内容	30%	
		手工编程和自动编程		
		程序的结构与格式		
		补偿功能		
各指令的使用				
子程序应用				
宏程序应用				
技能操作(6%)	工量具的使用	15%		
	机床的操作			
安全文明生产(2%)	安全操作、着装、操作规程、安全电压	5%		
CAM	CAM 应用	曲线的绘制与编辑		30%
		曲线的几何变换		
		DAT 数据文件格式		
		刀具管理及参数设置		
		各种加工功能(粗车、精车、车槽、螺纹加工等)的参数设置、加工轨迹与代码生成		
		机床参数设置与加工程序后置处理		
		实操	机床操作	
程序的输入与编辑				
零件加工	零件的装卡与定位			
	装刀、对刀及刀具参数设置			
	典型零件的加工			
	常用工、量具的使用及其加工零件尺寸的检验			
	安全操作常识			

1.2.3 考核内容

数控工艺员认证考试是劳动和社会保障部中国就业指导培训中心组织的全国统一考试。考试试题来源于数控工艺员认证考试试题库,试题库每年都在进行完善和丰富。目前许多学校提出“希望能够在考前集训时有一本针对性强的应试教参”,这样的愿望很难满足,由于数控加工技术的不断深入,数控加工工艺因材料、刀具、卡具、机床和系统功能的不断发展而在逐步优化,导致数控工艺员培训更具广泛性和专业性。所以编者认为,数控工艺员的培训应按照《数控工艺员培训和考核大纲》为依据组织教学,抓基本知识和基本技能,突出综合和灵活应用。编者根据对多年来数控工艺员考试试卷的分析,结合大纲的要求,初步归纳出数控工艺员理论考试常出现的考点,仅供大家参考。

机械加工 基础部分

1. 读图绘图

- (1) 识图的步骤:看标题栏、分析视图、分析尺寸、看技术要求。
- (2) 正投影法绘制视图。
- (3) 复杂零件的表达方法。
- (4) 简单零件图的画法。
- (5) 零件三视图、局部视图和剖视图的画法。
- (6) 装配图的画法。

2. 金属材料及热处理

- (1) 灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、碳素结构钢、优质碳素钢、合金钢、不锈钢等的硬度、抗拉强度、含碳量和适用场合等。
- (2) 调质处理、正火、回火、退火等的概念和适用条件。

3. 数控机床

1) 数控车床的组成及组成元件的功能

运动系统、进给运动系统、自动换刀机构、液压系统、气动系统、切削冷却系统等。

2) 数控车床的控制系统

输入输出设备、数控系统、伺服单元、驱动装置、可编程逻辑控制器、电气控制装置、检测反馈装置。

3) 主运动 and 主运动系统

主运动:直接切除工件上的切削层,使之转变为切屑,以形成工件新表面的运动。主运动的线速度为切削速度,用 V_c 来表示, $V_c = \pi dn/1000$,单位为 m/min 。

主运动系统:从主电动机到主运动执行部件之间的传动系统(机械的或液压的)。

4) 进给运动和进给运动系统

进给运动：不断地把切削层投入切削的运动。进给运动的线速度为进给速度，也称为进给量，用 V_f 表示，单位是 m/min 。进给量(进给速度)是单位时间(min)里，刀具在进给运动方向上相对工件的位移量。

进给运动系统：从进给轴伺服电动机到该轴执行部件之间的传动系统。

5) 切削运动

主运动和进给运动可以同时进行(如车削、铣削)，也可以交替进行(如刨削、插削)。在同时进行的情况下，刀具切削刃上某一点相对于工件的运动称为切削运动，可用合成速度向量 V_e 来表示。

以外圆车削为例，切削运动的合成速度向量 V_e 等于主运动速度 V_f 与进给速度 V_c 的矢量和，即

$$V_e = V_f + V_c$$

4. 工艺知识

1) 工艺系统

在切削过程中，由机床、刀具、工件和夹具组成的系统称为工艺系统。

2) 生产过程

将原材料转变为成品的全部过程，称为生产过程。

3) 工艺过程

工艺过程是生产过程的一部分，是毛坯制造、零件加工、成品装配和试验的全部过程的总和。

4) 工艺文件

工艺文件是在工艺过程中，指导工人操作和用于生产管理的各种技术文件的总和，包括工艺路线、工艺方案、工艺规程等。

5) 工序和工步

工序：在一台机床上连续完成的那一部分加工内容。

工步：在加工表面、切削工具、转速和进给量都不变的情况下，所连续完成的那一部分工序内容。

6) 基准

(1) 基准：用以确定某些点、线、面位置的点、线、面。

基准可分为两大类：设计基准和工艺基准，而工艺基准又包括：工序基准、定位基准、测量基准、装配基准、辅助基准。

(2) 定位基准的选择：定位基准按其表面状况可分为粗基准和精基准。

① 粗基准：用毛坯上未经加工过的表面作定位基准。对粗基准的要求：首先要保证所有待加工表面都有足够的加工余量；其次要保证各加工表面对加工表面具有一定的位置精度。

具体的选择原则如下所述：

(a) 用完全不需要加工的表面作为粗基准。

(b) 零件表面全部是加工表面时，要选用余量最小的表面作粗基准。

(c) 要选择平整、光洁、尺寸足够大的表面作粗基准。

(d) 粗基准不应重复使用，一般情况下，同一尺寸方向上的粗基准只使用一次（举例：法兰盘加工）。

② 精基准：用零件上已经加工过的表面作定位基准。精基准的选择原则如下所述：

(a) 尽可能用设计基准或装配基准作精基准，符合基准重合原则。

(b) 尽可能使零件工艺过程中各工序所用的基准统一化，符合基准统一的原则。

(c) 要选择面积大、装夹稳定可靠的表面作精基准。

(d) 自为基准：用被加工表面本身作为定位基准，可转到均匀的加工余量（如加工孔，由毛坯孔本身找正定位，四爪单动卡盘夹紧）。多用于铰孔、拉孔、无心磨、镗孔等加工方法中。

(e) 互为基准：同一零件的不同表面，在加工中可互为基准，以保证相互位置精度。如淬火后的齿轮，先以齿面作定位基准磨内孔，然后再以磨好的孔作为定位基准磨齿面。再如，车床、铣床主轴的轴颈和锥孔，也是互为基准反复加工而达到精度的。

5. 切削原理

1) 金属切削过程

切削时，在刀具切削刃的切割和前刀面的推挤作用下，使被切削的金属层产生变形、剪切滑移而变成切屑的过程。

2) 切削变形

在切削过程中，金属材料的变形可分为 3 个变形区域。

(1) 刀具挤压工件上的切削层，当材料内部的切应力达到材料屈服极限时，在切削层内出现晶格间的剪切滑移，是剪切变形区，称为第Ⅰ变形区，是主要变形区。

(2) 当切削层经剪切后形成的切屑，以 V_c 速度沿前刀面流出时，摩擦力又使切屑底层的金属剪切变形，是摩擦变形区，称为第Ⅱ变形区。

(3) 刀具后刀面和已加工表面挤压、摩擦产生变形，称为第Ⅲ变形区。

3) 切屑的基本形态

包括带状切屑、挤裂状切屑、单元状切屑、崩碎状切屑等。不同切屑的形成是由不同的原因所造成，和切削三要素有关。

4) 加工表面

待加工表面：即将被切削去金属层的表面。

加工表面：切削刃正在切削的表面。

已加工表面：已经切去多余金属而形成的新表面。

5) 切削用量三要素

切削用量三要素指的是：切削速度 V_c 、进给量 V_f 和切削深度。

6) 切削温度

(1) 切削热的产生：在切削过程中，切削变形（弹性变形和塑性变形）与摩擦（切屑与刀具前刀面的摩擦以及工件与刀具后刀面的摩擦）所消耗的功绝大部分转变为热能，产生切削热。切削功率与单位时间内产生的切削热成正比。

(2) 切削温度：切削温度的高低，取决于切削热产生的数量、散热条件以及受热区物质的质量与热容量的大小。

① 刀具的温度：刀具上的温度在刀尖附近最高。

② 切削温度：切削的最高温度略低于刀具的最高温度，切屑的平均温度高于刀具的平均温度。其中，高速钢刀具的切削最高温度达 500°C ，硬质合金刀具的切削最高温度达 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。

③ 影响切削温度的因素：工件的材料、切削用量（切削速度、进给量、切削深度）、刀具的几何形状、刀具磨损和切削液。

7) 刀具材料

(1) 刀具材料应具备的性能：硬度和耐磨性高、有足够的强度和韧性、较高的耐热性和化学稳定性、有良好的工艺性能、导热性好。

(2) 常用的刀具材料：碳素工具钢、合金工具钢、高速钢、硬质合金、陶瓷、立方氮化硼、金刚石等。

(3) 各种刀具材料的硬度和耐热性。

(4) 常用的高速钢的牌号及用途。

(5) 常用的硬质合金牌号及用途，如钨钴类硬质合金(WC-Co)、钨钛钴类硬质合金(WC-TiC-Co)。

8) 刀具角度

刀面、切削刃、基本角度。重点掌握各刀面、角度、切削刃在加工过程中对切削起到的作用，掌握改变角度对加工产生的影响。

9) 刀具磨损与寿命

(1) 刀具磨损的原因：机械磨损、热磨损、黏结磨损、相变磨损。

(2) 刀具磨损部位。

(3) 刀具磨损的过程。

(4) 磨损限度(磨钝标准)。

(5) 刀具寿命。

6. 夹具

机床夹具是用以使工件定位和夹紧的机床附加装置，简称夹具。

1) 夹具的分类

一般可将夹具分为 3 大类，即通用夹具、专用夹具和组合夹具。

(1) 通用夹具：即已经标准化的夹具，通常作为机床的附件。如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘、顶尖、平口虎钳、分度头、回转工作台等。

(2) 专用夹具：专用夹具是指为第一工件的第一工序而设计制造的夹具。

(3) 组合夹具：组合夹具是由一套预先制造好的标准元件和部件，根据要求组装成的专用夹具。

2) 夹具的作用

机床夹具在机械加工中的主要作用：保证工件的加工质量，提高加工效率，降低加工成本，改善劳动条件，扩大机床的使用范围。

3) 夹具的组成

夹具是由各种不同作用的夹具元件组成的。所谓夹具元件，是指夹具上用来完成一定

作用的一个零件或一个简单的部件。

夹具元件分为下列几类,其中(1)、(2)、(4)、(7)是成为一个夹具所必需的元件。

(1) 定位元件及定位装置:用来确定工件在夹具中的位置的零件(或部件)。如支承钉、支承板、调节支承、自位支承等。

(2) 夹具装置:在夹具中起夹紧作用的一些元件或部件,用于紧固工件在定位后的位置。

(3) 对刀元件:对刀元件的作用是确定夹具相对刀具的位置。

(4) 夹具本体:用来连接夹具上所有元件和装置使之成为一个整体的基础件。夹具本体与机床连接,确定夹具相对于机床的位置。

(5) 自动定心装置:可同时起定位与夹紧作用的一些元件或部件。

(6) 分度装置:用于改变工件与刀具的相对位置,以获得多个工位的一种装置。

(7) 夹具与机床连接用的零件,确定夹具与机床位置的导向件。

(8) 靠模装置、动力装置等。

4) 六点定位

(1) 物体的自由度:任何一个物体在空间位置的变化可以归结为沿空间直角坐标系 3 个坐标轴 OX 、 OY 、 OZ 的移动和绕这 3 个坐标轴的转动,即物体在空间具有 6 个自由度。即 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 、 $\vec{X}$ 、 $\vec{Y}$ 、 $\vec{Z}$ 。

(2) 六点定位定则:用夹具上的适当设置的 6 个固定点(支承点)来限制工件的 6 个自由度,确定工件惟一的位置,就是工件的六点定位定则,简称六点定则。

(3) 完全定位:用合理分布的 6 个固定支点,将工件的 6 个自由度限制住,从而使工件在夹具内的位置完全确定。

(4) 不完全定位:限制工件自由度数不是 6 个,但能满足工件加工的需要。

(5) 欠定位:限制的自由度数少于需要限制的自由度数。欠定位是不允许的。

(6) 过定位:夹具内的固定点使零件的第一自由度受到重复限制。

7. 测量与量具

1) 测量

测量是将第一被测得物理量与另一个作为标准的物理量相比较的过程。

2) 测量器具

测量器具是测量仪器和测量工具的总称。

测量器具的分类:

(1) 标准量具:量块、角度量块、 90° 角尺等;

(2) 通用量具和量仪:游标卡尺、千分尺、百分表、千分表、气动量仪等;

(3) 极限量规:螺纹量规、键槽量规、光滑极限量规等;

(4) 计量装置:为确定被测量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。

3) 测量器具的主要度量指标

(1) 刻度间距:刻度标尺上相邻两条刻线的距离。

(2) 刻度尺:刻度标尺上最小的一格所代表的被测尺寸的数值,也称分度值。

(3) 示值误差:测量时量具(或量仪)所指示的数值与被测尺寸真值之差。

4) 测量误差

测量误差是指所测得的量值与被测尺寸的真值之差。测量误差分为系统误差、随机误差和粗大误差 3 类。

8. 公差与配合

1) 常用的基本规定

- (1) 标准公差的等级、代号及数值。
- (2) 基本偏差代号。
- (3) 公差代号。
- (4) 基准制。
- (5) 配合代号。
- (6) 配合分类。
- (7) 未注公差尺寸的极限偏差。

2) 基本计算

- (1) 基本尺寸。
- (2) 最大极限尺寸。
- (3) 最小极限尺寸。
- (4) 公差。

(5) 孔和轴。两个零件装在一起,它们互相接触的表面,叫做配合表面。其中,被包容的面,就是轴,包容面就是孔。

- ① 间隙配合: $\text{间隙最大} = \text{孔}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}} = \text{孔的上偏差} - \text{轴的下偏差}$
 $\text{间隙最小} = \text{孔}_{\text{最小}} - \text{轴}_{\text{最大}} = \text{孔的下偏差} - \text{轴的上偏差}$
 $\text{间隙公差} = (\text{孔}_{\text{最大}} - \text{轴}_{\text{最小}}) - (\text{孔}_{\text{最小}} - \text{轴}_{\text{最大}})$
 $= \text{孔公差} + \text{轴公差}$

- ② 过盈配合: $\text{过盈最大} = \text{轴}_{\text{最大}} - \text{孔}_{\text{最小}} = \text{轴的上偏差} - \text{孔的下偏差}$
 $\text{过盈最小} = \text{轴}_{\text{最小}} - \text{孔}_{\text{最大}} = \text{轴的下偏差} - \text{孔的上偏差}$
 $\text{过盈公差} = \text{轴公差} + \text{孔公差}$

- ③ 过渡配合: $\text{过盈最大} = \text{轴的上偏差} - \text{孔的下偏差}$
 $\text{间隙最大} = \text{孔的上偏差} - \text{轴的下偏差}$
 $\text{配合公差} = \text{过盈最大} + \text{间隙最大} = \text{孔公差} + \text{轴公差}$

9. 尺寸链的基础知识

- (1) 尺寸链的定义。
- (2) 尺寸链的组成: 封闭环、组成环(增环、减环)。
- (3) 尺寸链的计算。

- ① 已知各组成环尺寸求封闭环尺寸,称为正计算。
 - ② 已知封闭环尺寸求组成环中一个或多个尺寸,称为反计算。
- 正计算和反计算都叫解尺寸链。
- (4) 解尺寸链的方法有两种: 极值法和概率法。

(5) 用极值法解尺寸链的公式如下所述。

封闭环的基本尺寸 = 各增环的基本尺寸之和 - 各减环基本尺寸之和

封闭环的最大极限尺寸 = 各增环最大极限尺寸之和 - 各减环最小极限尺寸之和

封闭环的最小极限尺寸 = 各增环最小极限尺寸之和 - 各减环最大极限尺寸之和

封闭环的上偏差 = 各增环上偏差之和 - 各减环下偏差之和

封闭环的下偏差 = 各增环的下偏差之和 - 各减环的上偏差之和

封闭环的公差 = 各增环公差之和 + 各减环公差之和

数控加工 工艺部分

1. 数控加工工艺基本要求

(1) 工艺：将原材料或半成品加工成产品的过程、方法、技术等。

(2) 零件加工工艺系统：机床-夹具-刀具-工件构成了工艺系统，零件机械加工质量取决于工艺系统的精度。

(3) 零件加工质量有 3 个指标：尺寸精度、位置精度、表面粗糙度。

(4) 车削加工的工艺原则和划分方法。

(5) 数控加工工艺文件。

(6) 刀具选择和走刀路线的确定：选择刀具、确定切削用量、确定走刀路线。

(7) 零件基准和加工定位基准的选择。

(8) 工艺装备及夹具的设计和选择：圆周定位夹具、中心孔定位夹具、其他车削工装夹具。

2. 数控加工的特点

(1) 数控加工的 5 个环节：工件装夹，建立坐标系，选择刀具及参数，编制程序，操作机床。

(2) 掌握了解数控车的加工特点。

3. 制定加工工艺原则

制定加工工艺时要扬长避短，充分顾及影响加工质量的方方面面，制定出符合加工规律的、符合多快好省原则的加工工艺。其原则主要为以下几点。

1) 工艺流程合理

充分发挥数控机床多工序复合加工的优势，合理安排工艺流程。

2) 毛坯准备充分

(1) 优化毛坯，减少半精加工、精加工余量。其目的是减少占机时间，减少热变形。要注意切削热是产生加工应力的重要因素之一。

(2) 提高定位面的加工精度。提高定位必然要讲工件在空间的 6 个自由度。要熟知什么样的夹具元件限制几个自由度。比如一个圆筒，限制一个轴的几个自由度的问题。再比

如大型工件的定位问题。三点定位符合定位原理,但是加工稳定性差。

(3) 严格控制时效质量,尽可能消除应力。

3) 选择适当的批量

尽管数控加工具有速度快、质量高的优势,但是其准备时间相对普通机械加工要长很多。首件加工要包括刀具准备、程序编制、程序调试等在内,所以首件的加工时间通常是单件工时的 3~10 倍,因此安排在数控上的工件要有一定的批量,以抵消辅助工时占用的比例。

4) 重视夹具设计

要求定位准确、系统可靠、装夹快捷,尽可能缩短辅助时间。

5) 选择合理的加工路径

传统的加工很少有加工路线的选择这个问题,例如加工一个比较大的孔,有够大的刀具(镗刀),或者有合适的机床(车床),就可以了。

6) 选择合理的工艺路线

合理的工艺路线可以弥补刀具变形产生的影响。

4. 影响加工精度的因素

1) 装夹的影响

根据以往的加工经验,将近一半的加工失败都与装夹定位有关。镗孔时出现圆度极差往往也与此有关。因为这种误差产生的变形是肉眼观察不到的,操作者经验不够,往往归结为机床精度有问题。

2) 测量的影响

3) 温度的影响

4) 机床精度的影响

5) 工艺路径的影响

6) 原理误差

7) 刀具等其他因素的影响

5. 与工艺有关的编程技巧

(1) 单方向定位时要考虑两个方向(提高定位精度)。

(2) FANUC 系统循环语句中的参数。

数控加工程序 编制部分

1. 程序编制的基本步骤和内容

1) 数控编程的内容与方法

2) 坐标和运动方向命名原则

3) 坐标系

- (1) 机床坐标系。
- (2) 工件坐标系 G54~G59 指令的运用。

2. 程序的结构与格式

- (1) 加工程序的组成结构。
- (2) 程序段格式。

3. 补偿功能

- (1) 刀具半径补偿功能。
- (2) 假想刀尖位置方向。

4. 各指令的使用

- (1) 准备功能指令。
- (2) 辅助功能指令。
- (3) 循环指令。

5. 子程序应用

- (1) 子程序的编程格式。
- (2) 子程序的调用。
- (3) 子程序嵌套。

6. 宏程序应用

1) 程序说明

- (1) 变量的定义。
- (2) 变量的类型：空间变量、局部变量、公用变量、系统变量。

2) 变量的运算

变量的加、减、乘、除、变量三角函数运算、变量函数运算、变量的逻辑运算。

3) 各种逻辑指令

无条件转移语句、条件转移语句、条件循环。

4) 参数定义

技能操作 部分

1. 工量具的使用

主要为量具的安装使用。

2. 机床的操作

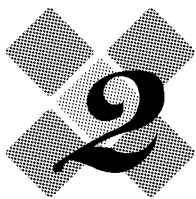
- (1) 对刀的常用方法：试切法、机内对刀。

(2) 数控面板功能键的使用,例如加工过程中出现机床剧烈震响应该调节哪些功能键,怎样调节?

安全文明
生产部分

(1) 安全操作: 工量具的摆放,操作规程,安全电压。

(2) 着装。



理论(数控车)考试试题分析

能力目标

- 了解理论考试的范围
- 了解数控工艺员培训的目标
- 掌握试题分析的内容

2.1 理论考试概述

数控机床是一种通过数字信息,控制机床按给定的运动轨迹进行自动加工的机电一体化加工装备。经过半个世纪的发展,数控机床已经成为现代化制造业的重要标志之一,是大到一个国家、小到一个企业综合实力的体现。随着加入 WTO 和企业的升级改造,以及我国世界制造工厂地位的确立,社会和企业界对数控机床方面技能型人才的需求也越来越强烈,尤其是模具制造业中。为满足社会生产的迅速发展对高级技能型人才的需要,配合数控机床的理论教学、职业培训和市场推广,加快在全国从事数控机床培训、教学的大中专院校、技校等单位对自主软件的使用和培训工作,我们汇集了全国多个省市的专业人员编写了《数控工艺员考试指南》。在书中,我们分理论、CAM 和实操 3 个部分对考试内容进行了阐述。在理论部分,精选了大量的、有代表性的试题,进行了深入的分析,不但紧扣考试内容,而且在考试的基础上进行了拓展,增加了学员的知识面。

2.1.1 考核范围

数控工艺员考试是一项综合性的考核,它所涵盖的内容包括:刀具与材料、公差与配合、机床与零件、机械加工工艺、金属材料与热处理、指令与编程等 6 部分。从相关基础知识到专业知识,从专业理论知识到实际应用知识,从硬件操作到软件使用等全方位考核考生。

1. 刀具与材料相关内容

刀具材料是决定刀具切削性能的根本因素,对于加工效率、加工质量、加工成本以及刀具耐用度影响很大。切削性能优良的刀具材料,是保证刀具高效工作的基本条件。刀具切削部分在强烈摩擦、高压、高温下工作,应具备如下所述的基本要求。

1) 高硬度和高耐磨性

刀具材料的硬度必须高于被加工材料的硬度才能切下金属,这是刀具材料必备的基本要求,现有刀具材料硬度都在 60HRC 以上。一般情况下,刀具材料越硬,其耐磨性越好,但由于切削条件较复杂,材料的耐磨性还决定于它的化学成分和金相组织的稳定性。

2) 足够的强度与冲击韧性

强度是指刀具材料所具备的抵抗切削力的作用而不至于刀刃崩碎或刀杆折断的性能,一般用抗弯强度来表示。冲击韧性是指刀具材料在间断切削或有冲击的工作条件下保证不崩刃的能力,一般来说,硬度越高,冲击韧性越低,材料越脆。硬度和韧性是一对矛盾,也是刀具材料所应克服的一个关键问题。

3) 高耐热性

耐热性又称红硬性,是衡量刀具材料性能的主要指标。它综合反映了刀具材料在高温下保持硬度、耐磨性、强度、抗氧化、抗黏结和抗扩散的能力。

4) 良好的工艺性和经济性

为了便于制造,刀具材料应有良好的工艺性,如锻造、热处理及磨削加工性能。当然在制造和选用时应综合考虑经济性。当前超硬材料及涂层刀具材料费用都较贵,但其使用寿命很长,在成批大量生产中,分摊到每个零件中的费用反而有所降低。因此在选用时一定要综合考虑。

2. 公差与配合相关内容

公差与配合的主要内容包括极限与配合、测量技术基础、形状和位置公差、表面粗糙度及测量、光滑极限量规、圆锥的公差配合及测量、滚动轴承的公差与配合、螺纹的公差配合与测量、键与花键的公差配合与测量、圆柱齿轮传动的公差及测量、尺寸链等。

1) 基准制的选择

基孔制:中等尺寸、精度较高的孔的加工和检验,常采用钻头、铰刀、量规等定值刀具和量具;孔的公差带位置固定,可减少刀具、量具的规格,有利于生产和降低成本,故一般情况下应优先选用基孔制。

基轴制:在下列情况下采用基轴制较为经济合理。

(1) 采用冷拔光轴。一般 IT8 级左右已满足农业机械、纺织机械中某些轴类零件的精度要求,光轴可不再进行加工,因此采用基轴制减少加工较为经济合理,对于细小直径的轴尤为明显。

(2) 与标准件配合时,基准制的选择要依据标准件而定。如滚动轴承外圈与壳体孔的配合应采用基轴制。

(3) 基些结构上的需要,要求采用基轴制。如柴油机活塞销同时与连杆和支承孔相配合,连杆要转动,故采用间隙配合;而与支承孔配合可紧些,采用过渡配合。

2) 公差等级的选择

选择公差等级应在满足机器使用要求的前提下,尽量选用低的公差等级。但如工艺条件许可,成本增加不多的情况下,也可适当提高公差等级,来保证机器的可靠性,延长使用寿命,提供一定精度储备,以取得更好的经济效益。

(1) 用于量块、量规的公差等级。

IT01~IT1 主要用于高精度量块的公差和其他精密标准块的公差，它们大致相当于量块 1~3 级精度。IT1~IT4 用于检查 IT5~IT6 级工件的量规的尺寸公差。

(2) 用于工件配合尺寸的公差等级。

IT01~IT1 仅用于极个别、重要的高精度配合处。IT2~IT5 用于高精度和重要配合处，如精密机床主轴轴颈、主轴箱孔与轴承的配合等。IT5~IT8 用于精密配合，如机床传动轴与轴承的配合，与齿轮、带轮的配合，夹具中钻套与钻模板的配合，内燃机中活塞销与销孔的配合等。在此等级中一般选用孔比轴低一级，其中最常用的孔为 IT7，轴为 IT6。IT8~IT10 为中等精度配合，如速度不高的轴与轴承的配合，重型机械和农业机械中精度要求稍高的配合，键与键槽宽的配合等。IT11~IT13 用于不重要的配合，如铆钉与孔的配合。IT12~IT18 用于未注公差尺寸处。

随着公差等级的提高，成本也随之提高。在低精度区，精度提高，成本增加不多；在高精度区，精度稍提高，成本急剧增加，故高精度公差等级的选用应特别慎重。

3) 配合的选择

基准制选好后，配合的选择就是确定相配件的基本公差。配合共分 3 大类，即过盈、过渡和间隙配合。

(1) 过盈配合具有一定的过盈量，主要用于结合件间无相对运动不可拆卸联接。当过盈量较小时，只作精确定心用，过盈量较大时，可直接用于传递力矩。

(2) 过渡配合可能具有间隙，也可能具有过盈，但无论间隙或过盈，量均较小，主要用于精确定心，结合件间无相对运动、可拆卸的静联接。

(3) 间隙配合具有一定的间隙量，间隙量较小时主要用于精确定心又便于拆卸的静联接，或结合件间只有缓慢移动或转动的动联接。间隙量较大时主要用于结合件间有转动、移动或复合运动的动联接。

4) 孔、轴偏差值的选择

配合类别确定后，基本偏差的选择有 3 种方法：计算法、试验法、经验法。

(1) 间隙配合偏差的选择。间隙配合共有 A-H(a-h)11 种，其基本偏差的绝对值即等于最小间隙，故可根据要求的最小间隙选择基本偏差代号。间隙配合中的间隙用于储存润滑油，形成一层油膜，以保证液体摩擦，还可用来补偿温度变形、安装误差及弹性变形等所引起的误差。

(2) 过渡配合的基本偏差选择。过渡配合有 JS-N(js-n)4 种基本偏差，主要特点是定心精度高且可拆卸，也可加键销紧固件后用于传递力矩，主要根据机构受力情况、定心精度和要求装拆次数来考虑选择基本偏差，过渡配合公差等级不能太低，一般选 IT5~IT8。

(3) 过盈配合的基本偏差选择。过盈配合共有 P-ZC(p-zc)12 种基本偏差，其特点是由于有过盈，装配后孔的尺寸被胀大而轴的尺寸被压小，两者产生弹性变形，在结合面上产生一定的正压力和摩擦力，借以传动力矩和坚固零件。

3. 机械加工工艺相关内容

机械加工工艺的主要内容包括：零件的加工质量与检验、切削加工的基本知识、常规机械加工方法、典型和特型表面加工方法及选择、特种加工方法、现代机械制造技术、零件的结构工艺性、机械加工工艺过程的基本知识。

1) 机械加工工艺规程设计的内容及步骤

(1) 分析零件图和产品装配图。

(2) 确定各工序所用机床设备和工艺装备(含刀具、夹具、量具、辅具等),对需要改装或重新设计的专用工艺装备要提出设计任务书。

(3) 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及公差。

(4) 确定各工序的技术要求及检验方法。

(5) 确定各工序的切削用量和工时定额。

(6) 编制工艺文件。

2) 工艺路线的拟订

拟订工艺路线是设计工艺规程最为关键的一步,需符合以下几方面的原则:基准重合原则、统一基准原则、互为基准原则、粗基准的选择原则、合理分配加工余量的原则、粗基准一般不得重复使用的原则。

(1) 加工工序的安排:先加工定位基准面,再加工其他表面;先加工主要表面,后加工次要表面;先安排粗加工工序,后安排精加工工序;先加工平面,后加工孔。

(2) 热处理工序及表面处理工序的安排:为改善工件材料切削性能安排的热处理工序,例如,退火、正火、调质等,应在切削加工之前进行;为消除工件内应力安排的热处理工序,例如,人工时效、退火等,最好安排在粗加工阶段之后进行;为了减少运输工作量,对于加工精度要求不高的工件也可安排在粗加工之前进行。

3) 影响加工余量的因素

(1) 上工序留下的表面粗糙度值 R_y (表面轮廓最大高度)和表面缺陷层深度。

(2) 上工序的尺寸公差 T_a 。

(3) T_a 值没有包括的上工序留下的空间位置误差 ϵ_a 。

(4) 本工序的装夹误差 ϵ_b 。

4) 工序尺寸及其公差的确定

零件图上所标注的尺寸公差是零件加工最终所要求达到的尺寸要求,工艺过程中许多中间工序的尺寸公差,必须在设计工艺过程中予以确定。工序尺寸及其公差一般都是通过解算工艺尺寸链确定的。

(1) 尺寸链的定义。在工件加工和机器装配过程中,由相互连接的尺寸形成的封闭尺寸组,称为尺寸链。组成尺寸链的每一个尺寸,称为尺寸链的环。尺寸链中凡属间接得到的尺寸称为封闭环,尺寸链中凡属通过加工直接得到的尺寸称为组成环,组成环按其对封闭环的影响又可分为增环和减环。当其他组成环的大小不变,若封闭环随着某组成环的增大而增大,则此组成环就称为增环;若封闭环随着某组成环的增大而减小,则此组成环就称为减环。

(2) 尺寸链的计算。尺寸链计算有正计算、反计算和中间计算 3 种类型。已知组成环求封闭环的计算方式称作正计算;已知封闭环求各组成环称作反计算;已知封闭环及部分组成环,求其余的一个或几个组成环,称为中间计算。尺寸链计算有极值法与统计法两种。用极值法解尺寸链是从尺寸链各环均处于极值条件来求解封闭环尺寸与组成环尺寸之间关系的。用统计法解尺寸链则是运用概率论理论来求解封闭环尺寸与组成环尺寸之间关系的。

5) 时间定额

时间定额指在一定生产条件下规定生产一件产品和完成一道工序所需消耗的时间。由基本时间(T_m)、辅助时间(T_a)、布置工作地时间(T_s)、休息和生理需要时间(T_r)和准备与终结时间(T_{be})。其中:单件时间 $T_p = T_m + T_a + T_s + T_r$, 单件计算时间 $T_{pc} = T_p + T_{be}/m$ (m 为批次生产的产品数)。

4. 金属材料与热处理相关内容

(1) 熟悉金属的拉伸试验方法,掌握金属的力学性能指标如抗拉强度和屈服强度的测定,了解硬度试验。硬度试验是工厂中使用最多最广的一种检验材料机械性能的重要手段,操作迅速方便,可直接在零件或工具上进行试验而不破坏零件。

(2) 对同一种碳钢经不同的热处理方法,或不同的碳钢经不同的热处理方法,确定其成分、组织结构、性能之间的关系。碳钢是机械制造业最常用的材料,碳钢工件经热处理后可以得到高的强度、硬度及良好的耐磨性,同样也可以借热处理方法来降低工件的硬度,改善切削加工性能。通过对 20、45、T10 三种碳钢进行淬火处理,测出各种不同成分碳钢的硬度值,以及同是 45 碳钢经不同热处理后的硬度值,同时要求按照硬度的高低来观察金相组织的特征,了解掌握碳钢经同样的淬火、不同温度回火后,回火温度和硬度的关系。

(3) 从生产实际出发提高分析问题和解决实际问题的能力。技校毕业生分配到厂矿企业后,主要是在生产一线从事生产、制造和服务工作,保证企业生产的正常进行。因此所遇到的问题都是与生产实际有关的问题,需要动脑子、出主意、想办法,运用所学的知识和技能,及时加以解决。

(4) 在学习了铁碳合金、碳钢、合金钢、热处理工艺的有关知识以后,可结合生产实际问题,帮助学生从工件(零件)的结构、用途、性能的要求出发,在材料的选用、热处理工艺和工序的安排、目的等方面进行分析,并运用到实际中去,逐步学会解决实际问题。

5. 指令与编程相关内容

1) 数控加工程序结构的异同

不管是哪种数控系统,数控加工程序都由程序开始部分、若干个程序段、程序结束部分组成。每一个数控加工程序对应一个程序号,不同的数控系统,程序号的规定不同。

对于 FANUC Oi 系统,主程序和子程序的程序号规定相同,由地址“O”和后面的 4 位数字组成,如 O1234。而对于 SIEMENS 802D 数控系统,主程序以 .mpf 为后缀,子程序以 .spf 为后缀。

2) 刀具功能的异同

刀具功能,又称 T 功能,编程时用来选择刀具,由 T 代码和它后面的两位数字表示,其编程格式因数控系统的不同而不同。

其编程格式如下:

T _ _ _ _

其中: T 后为刀具号,一般取 2 位;再后面 2 位为刀具补偿位置号。

3) 编程指令的异同

(1) 目标点的坐标值表达方法

在数控加工程序中,表示目标点的坐标值有绝对尺寸指令和增量尺寸指令两种,在 FANUC Oi 系统和 SIEMENS 802D 系统中,分别可用 G90、G91 指定。

不过,SIEMENS 802D 系统还可以在程序中通过 AC 或 IC 以绝对尺寸或相对尺寸方式进行设定,编程更为灵活。

(2) 基本移动指令

基本移动指令有 G00、G01、G02、G03。G00 和 G01 的编程格式均相同,但圆弧插补有区别。对于 FANUC Oi 系统,圆弧插补有终点/圆弧半径和终点/圆心坐标两种编程方式,而 SIEMENS 802D 数控系统有 5 种编程方式,除上面两种方式外,还有张角/圆心、张角/终点等极坐标编程方式,以及通过中间点进行圆弧插补和切线过渡圆弧编程方式。

(3) 刀具半径补偿指令

使用带有圆弧刀尖加工时,由于刀具半径尺寸的影响,刀具的中心轨迹与零件轮廓往往不一致。为了避免计算刀具中心轨迹,数控系统提供了刀具半径补偿功能,编程人员可以直接按零件图样上的轮廓尺寸编程。

(4) 刀具长度补偿指令

使用刀具长度补偿指令,在编程时不必考虑刀具的实际长度及各把刀具不同的长度尺寸。加工时,用 CRT/MDI 方式输入刀具的长度尺寸,即可进行正确加工。当由于刀具磨损、更换刀具等原因引起刀具长度尺寸变化时,只要修正刀具长度补偿量,而不必调整程序或刀具。

(5) 固定循环功能

为了进一步提高编程工作效率,数控系统中一般设计了固定循环功能,它规定对于一些典型加工中的固定、连续的动作,用一个程序段表达,例如:用固定循环指令来进行孔或槽的加工。

(6) 程序段顺序号

程序段顺序号,用地址 N 表示。一般数控装置本身存储器空间有限(64 KB),为了节省存储空间,程序段顺序号都省略不要。N 只表示程序段标号,可以方便查找编辑程序,对加工过程不起任何作用,顺序号可以递增也可递减,也不要求数值有连续性。但在使用某些循环指令、跳转指令、调用子程序及镜像指令时不可以省略。

(7) 提高编程技巧

程序编制是数控加工至关重要的环节,提高编程技巧可以在很大程度上避免一些不必要的碰撞。

例如:车削工件内腔时,当车削完成,需要车刀快速退至换刀位置,如果用 N50 G00 X60. Z50. 编程,这时机床将两轴联动,则车刀有可能会与工件发生碰撞,造成刀具与工件损坏,严重影响机床精度,这时可采用下列程序 N40 G00 X60.; N50 Z50.; 即刀具先退至远离工件处,然后再返回换刀点,这样便不会碰撞。

总之,掌握数控车的编程技巧,能够更好地提高加工效率、加工质量,避免加工中出现不必要的错误。这需要在实践中不断总结经验,不断提高,从而使编程、加工能力进一步加强,为数控加工事业的发展作贡献。

2.1.2 培养目标

1. 思想素质目标

重视职业道德教育,使学生在毕业后的工作中表现出良好的职业道德及爱岗敬业精神,有较强的工作能力,具有吃苦耐劳、踏实肯干的思想,在工作中能团结协作,有创新思维,有创新及创业能力,成为数控专业高素质技能型应用人才。

2. 技能素质目标

1) 本专业知识结构

(1) 熟练掌握数控车床所用刀具的材料性能、刀具选择和刀具设计、制作及创新能力;掌握本工种新型刀具选用的知识。

(2) 掌握数控车床手工编程时求节点坐标值的数学基础知识。

(3) 熟练掌握利用 CAD/CAM 等软件进行自动编程和加工。

(4) 掌握所从事职业工种相关行业的知识和生产管理知识。

2) 本专业能力结构

(1) 熟练掌握数控车床操作、编程、维护等综合能力。

(2) 掌握常用的普通机加工设备和与本工种相关的其他数控设备的操作和简单维护。

(3) 能熟练分析、制定零件的加工工艺并能进行工艺创新,提高加工质量和效率。

(4) 能对典型零件进行工艺分析、创新工艺设计,手工编程加工、软件编程加工,对加工过程中出现的问题能够进行分析和处理。

(5) 能够对产品进行检验和质量分析,并掌握提高产品质量的方法。

(6) 掌握数控系统的参数含义、参数设置与修改。

(7) 能判断修复数控车床的一般故障。

3. 综合素质目标

培养专业基础知识扎实,劳动技能水平高,富有设计、创新、应变能力,能不断进行自我知识能力更新的高技能人才。

2.2 试题分析

本节精选了历年理论考试中的一些典型试题进行详细分析,本节的题目编号顺序往下,不按节划分。

2.2.1 机械基础类试题

1. 下列叙述中,除()外,均可用数控车床进行加工。